

*Majalah Kedokteran Sriwijaya, Th. 50
Nomor 3, Juli 2018*

Perubahan Rerata Tekanan Arteri Mahasiswa Program Studi Kedokteran *Overweight* Dan Normal Setelah Melakukan Aktifitas Fisik

Mathius Karina¹, Budi Santoso², Eddy Roflin³

1. Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya

2. Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya, RSUP dr. Mohammad Hoesin Palembang

3. Departemen IKM-IKK, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya, RSUP dr. Mohammad Hoesin
Palembang Jln. Jendral Sudirman KM 3,5, Palembang, 30126, Indonesia

Email: mathiuskarina@gmail.com

Abstrak

Overweight sedang dalam tren peningkatan. Salah satu terapi untuk *overweight* adalah aktifitas fisik. Tekanan darah memiliki hubungan dengan *overweight* dan aktifitas fisik. Rerata tekanan arteri merupakan salah satu komponen penting tekanan darah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan perubahan rerata tekanan arteri setelah melakukan aktifitas fisik pada mahasiswa dengan tubuh *overweight* dan mahasiswa dengan tubuh normal. Penelitian eksperimental dengan rancangan pre-test and post-test control group design dilakukan di kampus Madang Fakultas Kedokteran Unsri pada bulan November 2017. Sebanyak 29 mahasiswa dengan indeks massa tubuh (IMT) normal dan 29 mahasiswa IMT *overweight* diberi perlakuan berupa Harvard Step Test. Uji-t independen dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan IBM SPSS versi 22. Perubahan rerata tekanan arteri pada responden kelompok IMT normal adalah $9,97 \pm 10,71$ mmHg dan pada kelompok IMT *overweight* adalah $11,31 \pm 7,99$ mmHg. Hasil uji statistik pada penelitian ini diperoleh nilai $p=0,59$ ($p>0,05$). Perubahan rerata tekanan arteri setelah aktifitas fisik antara mahasiswa dengan tubuh normal dan dengan tubuh *overweight* tidak berbeda signifikan. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambahkan variabel denyut jantung dan dengan dua kelompok usia yang berbeda.

Kata kunci: overweight, aktifitas fisik, rerata tekanan arteri, indeks massa tubuh

Abstract

Mean arterial pressure alteration after physical activity in normal and overweight medical students. Overweight is in increasing trend. Physical activity is one of therapies for overweight. Blood pressure has correlation with both physical activity and overweight condition. Mean arterial pressure is one of the important components of blood pressure. The purpose of this research is to know the difference of mean arterial pressure alteration after physical activity in normal and overweight students. Experimental research with pre-test and post-test control group design is done in Medical Faculty of Sriwijaya university Madang Campus at November 2017. A total of 29 students with normal body mass index (BMI) and 29 students with overweight BMI were given a test using Harvard Step Test. IBM SPSS statistic version 22 is used to conduct the independent t-test analysis. Mean arterial pressure alteration of the normal BMI group is $9,97 \pm 10,71$ mmHg and the overweight group is $11,31 \pm 7,99$ mmHg. Independent t-test shows significant value of 0,59 ($p>0,05$). Mean arterial pressure alteration after physical activity between normal and overweight students is not significantly different. Further research is needed with heart rate variable added and with two different age groups.

Keywords: overweight, physical activity, mean arterial pressure, body mass index

1. Pendahuluan

Overweight sudah menjadi masalah yang serius dan mendunia. Jumlah orang dengan kondisi tubuh *overweight* saat ini sekitar sepertiga populasi dunia, dan jumlah ini meningkat dua kali lipat jika dibandingkan dengan jumlah pada tahun 1980¹. Trend peningkatan ini sejalan dengan peningkatan angka asupan kalori dan penurunan jumlah aktifitas fisik penduduk dunia, mengingat faktor utama dari *overweight* adalah asupan kalori dan penggunaan kalori².

Hal ini tentu berbahaya karena kondisi *overweight* memiliki hubungan yang erat dengan penyakit-penyakit kardiovaskular³. *Overweight* juga berhubungan erat dengan hipertensi seperti yang telah dibuktikan pada penelitian oleh Lu *et.al.* di China dan penelitian Ferro *et.al.*^{4,5}. Selain itu, dinyatakan pula bahwa dengan meningkatnya indeks massa tubuh maka akan meningkatkan titik tekanan darah⁶.

Salah satu terapi non farmakologis baik untuk penderita *overweight* adalah aktifitas fisik, seperti yang sudah direkomendasikan WHO. Orang dewasa disarankan untuk melakukan aktifitas fisik berat setiap minggunya selama 75 menit untuk mencegah terjadinya *overweight*⁷.

Aktifitas fisik juga memiliki hubungan dengan tekanan darah. Saat aktifitas fisik, tekanan darah seseorang meningkat untuk mengkompensasi kebutuhan perfusi di dalam tubuh. Fenomena ini hanya sementara dan akan pulih beberapa saat setelah aktifitas fisik. Dalam jangka panjang, aktifitas fisik mampu menurunkan tekanan darah yang awalnya tinggi menjadi normal⁸. Aktifitas fisik juga mampu digunakan sebagai media untuk memprediksi kondisi tekanan darah di masa depan. Penelitian yang dilakukan oleh Holmqvist *et.al.* menyimpulkan bahwa kenaikan tekanan darah yang berlebih saat aktifitas fisik meningkatkan resiko kejadian hipertensi di masa depan. Hubungan yang sama juga berlaku dengan indeks masa tubuh.

Semakin tinggi indeks masa tubuh, maka resiko kejadian hipertensi di masa⁹.

Mempelajari aktifitas fisik merupakan hal yang penting mengingat aktifitas fisik merupakan terapi untuk orang *overweight*. Keterkaitannya yang erat dengan tekanan darah sangat penting untuk dikaji terutama mengingat *overweight* juga memiliki keterkaitan dengan tekanan darah¹⁰. Tekanan darah merupakan komponen yang sangat penting dalam fisiologis tubuh karena menggambarkan kondisi aliran darah dalam pembuluh. Suatu terapi hendaknya memiliki efek samping seminimal mungkin terhadap pasien.

Salah satu komponen tekanan darah yang penting adalah rerata tekanan arteri karena komponen ini menilai tekanan darah secara keseluruhan waktu dalam arteri. Nilai tekanan sistol dan diastol hanya mewakili setengah siklus jantung saja sehingga tidak bisa mewakili kondisi aliran darah selama suatu rentang waktu. Kondisi perfusi organ dan jaringan contohnya, dinilai berdasarkan rerata tekanan arteri¹¹.

Sangatlah penting untuk melakukan penelitian mengenai pengaruh aktifitas fisik terhadap kondisi tubuh orang *overweight* mengingat aktifitas fisik merupakan terapi yang efektif dan terapi pencegah untuk orang *overweight*. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan deskripsi perubahan rerata tekanan arteri pada orang *overweight* dan normal saat melakukan aktifitas fisik serta bagaimana perbedaannya pada kedua indeks massa tubuh tersebut.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan kelompok kontrol tes sebelum dan tes setelah (*pre-test and post-test control group design*) yang dilakukan pada bulan Oktober sampai Desember tahun 2016 di Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya kampus Madang dan kampus Bukit. Populasi dan sampel dalam penelitian ini adalah mahasiswa yang terdaftar

dalam Program Studi Kedokteran Umum Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya tahun 2016 yang memiliki indeks massa tubuh normal dan *overweight* dengan cara *simple random sampling*. Kriteria inklusi penelitian ini adalah mahasiswa yang terdaftar dalam Program Studi Kedokteran Umum Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya tahun 2016 dan bersedia untuk ikut dalam penelitian, serta kriteria eksklusi penelitian ini adalah mahasiswa yang menderita penyakit hipertensi, menderita penyakit diabetes, menderita penyakit hipertiroid, menderita penyakit ginjal, mengkonsumsi alkohol, mengkonsumsi rokok, dan/atau mengkonsumsi obat-obatan dan zat-zat yang mempengaruhi tekanan darah sesuai dengan laporan JNC 7.

Data yang diambil pada penelitian ini adalah data tinggi badan, berat badan, tekanan darah sistol, dan tekanan darah diastol. Data indeks massa tubuh dihitung melalui data tinggi badan dan berat badan menggunakan rumus berat badan dibagi tinggi badan kuadrat. Data rerata tekanan arteri dihitung dari tekanan sistol dan diastol menggunakan rumus sepertiga sistol duapertiga diastol. Tekanan sistol dan tekanan diastol responden diukur menggunakan sfigmomanometer digital merek Omron® pada arteri *Brachialis*. Perlakuan pada penelitian ini menggunakan *Harvard Step Test* dengan frekuensi 30 kali per menit selama 5 menit dengan menggunakan kursi setinggi 30 cm. *Harvard Step Test* pada penelitian ini tergolong aktifitas fisik berat karena menghabiskan energi sebesar 120 cal/kgmenit sesuai dengan nomogram pada penelitian Rovelli dan Aghemo¹². Responden diukur tekanan darah sistol dan diastol saat sebelum perlakuan dan sesaat setelah perlakuan. Data kemudian dianalisis dengan uji-t independen menggunakan IBM SPSS *statistic* versi 22.

3. Hasil

Sebanyak 236 mahasiswa program studi kedokteran fakultas kedokteran Universitas Sriwijaya angkatan 2013-2016 ikut serta

dalam pengukuran tinggi badan dan berat badan. Dari hasil pengumpulan data indeks massa tubuh (IMT) didapatkan 42 mahasiswa memiliki IMT *overweight* dan 130 mahasiswa memiliki IMT normal. Mahasiswa selain dari itu memiliki IMT di luar normal dan *overweight*. Sebanyak 40 mahasiswa dengan IMT dan 40 orang mahasiswa dengan IMT *overweight* dipilih secara acak melalui pengundian untuk dijadikan responden perlakuan. Dari responden yang terpilih, 11 mahasiswa dengan IMT normal dan 9 mahasiswa dengan IMT *overweight* menolak untuk ikut serta dalam perlakuan dan mengundurkan diri dari penelitian. Agar jumlah responden untuk perlakuan pada kedua kelompok IMT sama banyaknya, maka responden yang diikutsertakan dalam perlakuan hanya 29 responden untuk masing-masing kelompok. Jumlah ini memenuhi jumlah minimum sampel pada penelitian ini, yaitu 29 orang. Seluruh 29 responden dari masing-masing kelompok telah mengisi surat informed consent dan tidak memenuhi kriteria eksklusi.

Tabel 1. Karakteristik Responden Berdasarkan Usia

| | | Kelompok Responden | | | |
|-----------------|----|--------------------|------------|-----------------------|------------|
| | | IMT Normal | | IMT <i>Overweight</i> | |
| | | n | % | n | % |
| Usia (tahun) | 17 | 4 | 13,8 | 5 | 17,2 |
| | 18 | 4 | 13,8 | 2 | 6,9 |
| | 19 | 10 | 34,5 | 11 | 37,9 |
| | 20 | 5 | 17,2 | 5 | 17,2 |
| | 21 | 3 | 10,3 | 5 | 17,2 |
| | 22 | 2 | 6,9 | 1 | 3,4 |
| | 23 | 1 | 3,4 | 0 | 17,2 |
| Total | | 29 | 100 | 29 | 100 |

Distribusi usia responden pada kedua kelompok perlakuan bisa dilihat pada tabel 1 dan tabel 2. Responden pada penelitian ini rata-rata berusia $19,26 \pm 1,4$ tahun. Mayoritas jenis kelamin responden pada kedua kelompok adalah perempuan. Seluruh responden memiliki IMT rata-rata $22,21 \pm 2,08 \text{ kg/m}^2$. Responden pada kelompok IMT normal memiliki rata-rata $20,49 \pm 1,49 \text{ kg/m}^2$ IMT dan

responden pada kelompok IMT *overweight* memiliki rata-rata IMT $23,94 \pm 0,64 \text{ kg/m}^2$.

Tabel 2. Karakteristik Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

| | | Kelompok Responden | | | |
|---------------|-----------|--------------------|------------|-----------------------|------------|
| | | IMT Normal | | IMT <i>Overweight</i> | |
| | | n | % | n | % |
| Jenis Kelamin | Laki-laki | 9 | 31 | 6 | 20,7 |
| | Perempuan | 20 | 69 | 23 | 79,3 |
| Total | | 29 | 100 | 29 | 100 |

Nilai rerata tekanan arteri sebelum perlakuan, rerata tekanan arteri setelah perlakuan, dan perubahan rerata tekanan arteri arteri diuji normalitasnya dengan menggunakan uji Shapiro-Wilk. Penggunaan uji normalitas Shapiro-Wilk dikarenakan sampel pada penelitian ini berjumlah kurang dari 50 sampel. Data rerata tekanan arteri sebelum perlakuan terdistribusi normal baik pada kelompok IMT normal ($p=0,84$) dan IMT *overweight* ($p=0,14$). Data rerata tekanan arteri setelah perlakuan terdistribusi normal baik pada kelompok IMT normal ($p=0,56$) dan IMT *overweight* ($p=0,19$). Data perubahan rerata tekanan arteri terdistribusi normal baik pada kelompok IMT normal ($p=0,49$) dan IMT *overweight* ($p=0,38$). Uji Levene menunjukkan bahwa terdapat kesamaan varian antara kedua kelompok perlakuan pada data rerata tekanan arteri sebelum ($p=0,74$), rerata tekanan arteri setelah perlakuan ($p=0,18$), dan perubahan rerata tekanan arteri ($p=0,37$).

Karakteristik rerata tekanan arteri sebelum dan setelah perlakuan pada kedua kelompok dapat dilihat pada tabel 3. Responden pada kelompok IMT normal memiliki rerata tekanan arteri dengan rata-rata $88,80 \pm 7,39$ mmHg sebelum perlakuan dan $98,77 \pm 12,62$ mmHg setelah perlakuan. Responden pada kelompok IMT *overweight* memiliki rerata tekanan arteri dengan rata-rata $89,14 \pm 8,08$ mmHg sebelum perlakuan dan $100,45 \pm 8,99$ mmHg setelah perlakuan. Uji-t dependen menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara rerata tekanan

arteri sebelum dan setelah pada kedua kelompok. Uji-t dependen menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara rerata tekanan arteri sebelum dan setelah perlakuan pada kedua kelompok. Uji-t independen menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan rerata tekanan arteri yang signifikan antara kelompok normal dengan *overweight* baik pada saat sebelum maupun setelah perlakuan. Uji korelasi *Pearson* menunjukkan hubungan yang lemah antara rerata tekanan arteri sebelum perlakuan dengan IMT ($p=0,18$).

Tabel 3. Karakteristik Rerata Tekanan Arteri (MAP) pada Kelompok Indeks Massa Tubuh (IMT) Normal dan *Overweight*

| | MAP Kategori IMT (mmHg) | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------|
| | Normal | <i>Overweight</i> | Nilai p^* |
| Sebelum | $88,80 \pm 7,39$ | $89,14 \pm 8,08$ | 0,87 |
| Perlakuan setelah | $98,77 \pm 12,62$ | $100,45 \pm 8,99$ | |
| Nilai p^{**} | 0,00 | 0,00 | |

*uji-t independen

** uji-t dependen

Tabel 4. Perubahan Rerata Tekanan Arteri (MAP) pada Kelompok Indeks Massa Tubuh (IMT) Normal dan *Overweight*

| | Perubahan MAP (mmHg) | |
|-----------------------|----------------------|-------------|
| | Nilai p^* | |
| IMT Normal | $9,97 \pm 10,71$ | 0,59 |
| IMT <i>Overweight</i> | $11,31 \pm 7,99$ | |

*uji-t independen

Karakteristik perubahan rerata tekanan arteri pada kedua kelompok dapat dilihat pada tabel 4. Perubahan rerata tekanan arteri pada responden kelompok IMT normal memiliki rata-rata $9,97 \pm 10,71$ mmHg. Perubahan rerata tekanan arteri pada responden kelompok IMT *overweight* memiliki rata-rata $11,31 \pm 7,99$ mmHg. Hasil uji-t independen perubahan rerata tekanan arteri pada kedua kelompok menunjukkan nilai signifikansi 0,59 ($p>0,05$). Uji korelasi *Pearson* menunjukkan hubungan yang sedang antara perubahan rerata tekanan

arteri setelah perlakuan dengan IMT ($p=0,57$). Hasil analisis ini menginterpretasikan bahwa rata-rata dari perubahan rerata tekanan arteri antara kelompok IMT normal dan *overweight* tidak berbeda secara signifikan.

4. Pembahasan

Kedua kelompok pada penelitian ini dibedakan atas indeks massa tubuh. Berdasarkan hasil analisis data pada kedua kelompok, dapat disimpulkan bahwa indeks massa tubuh yang berbeda antara kedua kelompok tidak memberikan hasil perubahan rerata tekanan arteri yang berbeda untuk kedua kelompok. Hasil ini tidak sesuai dengan hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa indeks massa tubuh yang tinggi akan memberikan perubahan tekanan darah yang tinggi¹³. Berat tubuh yang berlebih memiliki hubungan dengan peningkatan resistensi perifer pada tubuh sehingga mampu meningkatkan tekanan darah. Akan tetapi, penelitian tersebut menggunakan sampel dengan rentang usia 20-59 tahun dan memiliki sindrom metabolik. Usia pada responden penelitian tersebut bisa menjadi faktor perbedaan perubahan rerata tekanan arteri mengingat semakin tua usia seseorang maka semakin kaku pula arteri pada tubuh orang tersebut¹⁴. Kekakuan arteri sendiri mempengaruhi kemampuan perubahan radius pembuluh darah sehingga arteri yang semakin kaku akan memberikan nilai rerata tekanan arteri yang lebih tinggi. Selain itu, jumlah sampel pada penelitian tersebut berjumlah lebih dari 400 orang.

Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa orang dengan indeks massa tubuh yang tinggi memberikan respon peningkatan tekanan darah yang tinggi dengan alasan yang sama, yaitu peningkatan resistensi perifer seiring dengan peningkatan indeks massa tubuh¹⁵. Akan tetapi, hasil tersebut hanya mengacu pada individu dengan peningkatan tekanan sistol berlebih. Penelitian tersebut juga hanya meneliti peningkatan tekanan sistol dan tekanan diastol tanpa meneliti rerata tekanan arteri. Peningkatan tekanan sistol pada

penelitian tersebut didefinisikan sebagai tekanan sistol setelah aktifitas yang bernilai di atas 210 mmHg yang dimana tidak terdapat nilai tersebut pada hasil penelitian ini. Penelitian tersebut berhasil menyimpulkan adanya hubungan indeks massa tubuh dan peningkatan tekanan sistol berlebih saat latihan.

Penelitian lain yang menggunakan responden dengan usia remaja menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada respon peningkatan tekanan darah akibat aktifitas fisik antara responden dengan kategori IMT yang berbeda¹⁶. Kategori IMT yang diuji pada penelitian tersebut adalah kategori normal dan obesitas. Penelitian tersebut mencurigai kekakuan arteri sebagai penyebab perbedaan respon pada kedua kelompok. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan responden dengan IMT normal dan *overweight* dan menunjukkan hasil yang berbeda. Perlu dilakukan pengkajian ulang apakah terdapat perbedaan hasil antara ketiga kelompok IMT tersebut.

Peningkatan resistensi perifer pada IMT yang tinggi disebabkan oleh peningkatan aktifitas saraf simpatis melalui mekanisme peningkatan leptin¹⁷. Peningkatan aktifitas saraf simpatis ini meningkatkan aktifitas vasokonstriksi sehingga meningkatkan resistensi perifer. Kedua kelompok responden pada penelitian ini melakukan aktifitas fisik berat sehingga bisa dianggap aktifitas saraf simpatis kedua kelompok sama. Apabila aktifitas saraf simpatis pada kedua kelompok sama, maka resistensi perifer pada kedua kelompok harusnya sama dan begitu pula dengan rerata tekanan arteri. Selain itu, rerata tekanan arteri sebelum perlakuan antara kedua kelompok pada penelitian ini tidak berbeda signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa dalam keadaan normal tidak ada perbedaan faktor dari rerata tekanan arteri pada kedua kelompok, yaitu curah jantung dan resistensi perifer¹⁸. Apabila salah satu faktor tersebut berbeda, maka faktor yang lain harus berbeda pula secara terbalik untuk mengimbangi hasil

rerata tekanan arteri yang sama antar kedua kelompok.

Adapun bila memang terjadi pada penelitian ini dimana kelompok yang diuji, yaitu kelompok *overweight*, resistensi perifernya meningkat maka curah jantung pada kelompok *overweight* harus lebih rendah daripada kelompok normal. Sebaliknya, apabila resistensi perifernya menurun, maka curah jantung pada kelompok *overweight* harus lebih tinggi daripada kelompok normal. Untuk membuktikan kondisi ini diperlukan data curah jantung yang bisa diwakilkan oleh denyut jantung. Pada orang normal, stroke volume jantung meningkat sejumlah 40-60% maksimum VO₂. Sisa dari peningkatan curah jantung seiring dengan peningkatan intensitas aktifitas fisik utamanya diatur dengan meningkatkan denyut jantung¹⁹. Akan tetapi, pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran denyut jantung sehingga tidak bisa dipastikan kondisi curah jantung dan resistensi perifer dari kedua kelompok.

Walaupun dinyatakan bahwa peningkatan curah jantung mayoritas dipengaruhi oleh denyut jantung, terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa IMT berhubungan dengan stroke volume jantung²⁰. Dalam penelitian lain juga didapatkan bahwa IMT memiliki hubungan dengan stroke volume jantung tetapi tidak dengan denyut jantung dan rerata tekanan arteri²¹. Akan tetapi, kedua penelitian memiliki rentang usia responden yang berbeda dengan penelitian sekarang. Penelitian Cicero *et.al.* menggunakan responden dengan usia rata-rata 57.59±15.23 dan penelitian Black *et.al.* menggunakan responden dengan usia rata-rata 9.4 tahun^{20,21}.

Faktor lain yang mampu meningkatkan resistensi perifer adalah elastisitas pembuluh darah atau yang biasa diwakilkan oleh pemenuhan arteri (arterial compliance). Elastisitas arteri atau pemenuhan arteri yang berkurang mampu menyebabkan peningkatan tekanan sistol, sehingga juga bisa meningkatkan rerata tekanan arteri. Selain itu bila dilihat dari faktor yang mempengaruhi

resistensi perifer, maka elastisitas mempengaruhi resistensi perifer melalui radius pembuluh karena elastisitas pembuluh yang tinggi memungkinkan perubahan radius yang lebih fleksibel. Variabel yang menjadi baku emas dalam penilaian pemenuhan arteri adalah kecepatan gelombang denyut (pulse wave velocity/PWV). Semakin kaku suatu pembuluh, maka akan semakin cepat gelombang denyut jantung bergerak²². Variabel lain yang bisa dijadikan sebagai tolak ukur elastisitas arteri adalah indeks augmentasi (augmentation index/AIx) yang merupakan persentasi dari selisih dari tekanan denyut jantung dan denyut pantulan dengan denyut jantung. Meningkatnya AIx menandakan menurunnya elastisitas arteri²³. Elastisitas arteri memiliki hubungan yang lemah dengan indeks massa tubuh. Beberapa studi menyatakan memiliki hubungan dan beberapa studi yang lain menyatakan tidak ada hubungan. IMT pun memiliki korelasi negatif dengan AIx²⁴. Sebagaimana responden pada penelitian ini dibagi berdasarkan IMT, maka elastisitas arteri tidak mempengaruhi hasil penelitian ini.

Radius pembuluh darah turut juga merupakan faktor dari resistensi perifer. Semakin besar radius pembuluh, maka semakin kecil resistensi perifer pembuluh tersebut. Penelitian menunjukkan adanya hubungan langsung antara IMT dan radius pembuluh darah²⁵. Orang dengan IMT yang lebih besar akan memiliki radius pembuluh darah yang lebih besar. Akan tetapi, penelitian tersebut belum bisa mewakili pembuluh darah secara umum karena Pembuluh darah yang diteliti pada penelitian tersebut adalah arteri Femoralis umum. Diperlukan penelitian yang menginvestigasi pembuluh darah secara umum untuk mengetahui hubungan IMT dan radius pembuluh darah.

Viskositas darah adalah salah satu faktor yang mempengaruhi resistensi perifer. Meningkatnya viskositas darah akan meningkatkan resistensi perifer. Penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara IMT dan viskositas darah²⁶. IMT yang

meningkat akan turut meningkatkan viskositas darah. Dalam penelitian tersebut disimpulkan bahwa hubungan tersebut tidak sepenuhnya bisa dilihat dari IMT, tetapi viskositas darah memiliki hubungan dengan peningkatan IMT yang disebabkan oleh peningkatan massa lemak. Penggunaan variabel IMT saja bisa membuat data bias karena variabel IMT hanya melihat kelebihan berat tubuh seseorang tanpa melihat faktor apa yang menyebabkan kelebihan berat tubuh tersebut, yaitu apakah karena faktor lemak, faktor otot, atau yang lainnya. Dikarenakan responden pada penelitian sekarang hanya melihat IMT tanpa melihat komposisi tubuh, maka penggunaan faktor viskositas tidak berlaku.

Respon peningkatan tekanan sistol saat aktifitas fisik bisa memprediksi kejadian hipertensi di masa depan. Semakin tinggi laju peningkatan tekanan sistol tiap menit, maka semakin tinggi pula resiko hipertensi di masa depan. Variabel tersebut apabila dikombinasikan dengan variabel IMT, maka akan memberikan prediksi yang lebih akurat⁹. Respon peningkatan tekanan sistol saat aktifitas fisik memiliki hubungan yang positif dengan rerata tekanan arteri²⁷. Kedua kelompok responden pada penelitian ini memiliki rerata tekanan arteri setelah aktifitas yang tidak berbeda signifikan sehingga dapat dikatakan bahwa resiko kejadian hipertensi di masa depan untuk kedua kelompok tidak berbeda signifikan.

Penelitian ini tergolong unik dikarenakan responden pada penelitian ini memiliki rentang usia 17-23 tahun dengan rata-rata usia 19 tahun. Penelitian *Miyai et.al.* memiliki responden dengan rata-rata usia $48 \pm 8,1$ tahun dan penelitian *Sarah* dan *Tjipta* memiliki responden dengan rentang usia 9-12 tahun^{13, 28}. Penelitian ini menggunakan variabel perubahan rerata tekanan arteri sebagai pembanding. Penggunaan variabel ini mampu menjelaskan perubahan kondisi perfusi organ tubuh dan aliran darah responden saat aktifitas fisik. Selain itu, penelitian ini hanya menggunakan dua kategori IMT yaitu normal

dan *overweight*, tanpa melibatkan IMT kategori obesitas

Denyut jantung merupakan variabel yang penting untuk membandingkan faktor dari curah jantung mana yang berubah. Akan tetapi, variabel denyut jantung tidak diukur pada penelitian ini sehingga tidak bisa diprediksi variabel *stroke volume* responden pada kedua kelompok. Variabel-variabel yang menjadi faktor dari resistensi perifer pun tidak diukur dalam penelitian ini sehingga tidak memungkinkan untuk mengkaji perubahan faktor dari resistensi perifer pada kedua kelompok. Ketiadaan data variabel-variabel faktor dari curah jantung dan resistensi perifer tidak memungkinkan pengkajian mekanisme perubahan rerata tekanan arteri yang sama pada kedua kelompok dan pembandingan mekanisme tersebut dengan hasil penelitian yang lain.

5. Simpulan

Rerata tekanan arteri sebelum dan sesudah aktifitas fisik tergolong normal, baik pada mahasiswa dengan tubuh normal dan mahasiswa dengan tubuh *overweight*. Perubahan rerata tekanan arteri setelah aktifitas fisik antara mahasiswa dengan tubuh normal dan dengan tubuh *overweight* tidak berbeda signifikan. Tidak terdapat hubungan antara indeks massa tubuh dan perubahan rerata tekanan arteri setelah aktifitas fisik.

Daftar Acuan

1. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, *et.al.* Global, Regional, and National Prevalence of Overweight and Obesity in Children and Adults During 1980-2013: a Systematic Analysis for the Global Burden of Disease

- Study 2013. *The Lancet* 2014, 384(9945): 766 – 781.
2. WHO. Obesity and Overweight (online). www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/ 2016.
 3. Aballay LR, Eynard AR, Díaz MP, Navarro A, dan Muñoz SE. Overweight and Obesity: Their Relationship to Metabolic Syndrome, Cardiovascular Disease, and Cancer in South America. *Nutrition Reviews* 2013, 71(3):168–179.
 4. Lu X, Shi P, Luo CY, Zhou YF, Yu HT, Guo CY, *et.al.* Prevalence of Hypertension in Overweight and Obese Children from a Large School-Based Population in Shanghai, China. *BMC Public Health* 2013, 13:24.
 5. Ferro Y, Gazzaruso C, Coppola A, Romeo S, Migliaccio V, Giustina A, *et.al.* Fat Utilization and Arterial Hypertension in Overweight/Obese Subjects. *Journal of Translational Medicine* 2013, 11:159.
 6. Duncan MJ, Mota J, Vale S, Santos MP, dan Ribeiro JC. Associations between Body Mass Index, Waist Circumference and Body Shape Index with Resting Blood Pressure in Portuguese Adolescents. *Ann Hum Biol* Mar 2012, 40(2):163-7.
 7. WHO. A Global Brief on Hypertension: Silent Killer, Global Public Health Crisis. 2013.
 8. Christofaro DGD, Ritti-Dias RM, Chiolerio A, Fernandes RA, Casonatto J, dan De-Oliveira AR. Physical Activity is Inversely Associated with High Blood Pressure Independently of Overweight in Brazilian Adolescents. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport* 2011, 23(3): 317–322.
 9. Holmqvis L, Mortensen L, Kanckos C, Ljungman C, Mehlig K dan Manhem K. Exercise Blood Pressure and the Risk of Future Hypertension. *Journal of Human Hypertension* 2012, 26: 691-695.
 10. Dua S, Bhuker M, Sharma P, Dhall M, dan Kapoor S. Body Mass Index Relates to Blood Pressure among Adults. *North American Journal of Medical Sciences* 2014, 6(2), 89–95.
 11. Sherwood, L. Introduction to Human Physiology, ed 8. Brooks/Cole 2013, hal. 338-345; 394-398
 12. Rovelli E, dan Aghemo P. Physiological Characteristics of the Step Exercise. *Int. Z. angew. Physiol. einsch. Arbeitsphysiol* 1963, (20): 190-194.
 13. Miyai N, Shiozaki M, Yabu M, Utsumi M, Morioka I, dan Miyashita K. Increased Mean Arterial Pressure Response to Dynamic Exercise in Normotensive Subjects with Multiple Metabolic Risk Factors. *Hypertension Research* 2013, 36: 534–539.
 14. Zhang Y, Agnolettib D, Protogeroud AD, Topouchianb J, Wange JG, Xua Y, *et.al.* Characteristics of Pulse Wave Velocity in Elastic and Muscular Arteries: Amismatch Beyond Age. *Journal of Hypertension* 2013, 31(3): 554–559.
 15. Lima SG, Albuquerque MFPM, Oliveira JRM, Ayres CFJ, Cunha JEG, Oliveira DF, *et.al.* Exaggerated Blood Pressure Response During Exercise Treadmill Testing: Functional and Hemodynamic Features, and Risk Factors. *Hypertension Research* 2012, 35: 733–738.
 16. Yardley JE, MacMillan F, Hay J, Wittmeier K, Wicklow B, MacIntosh A, *et.al.* The Blood Pressure Response to Exercise in Youth with Impaired Glucose Tolerance and Type 2 Diabetes. *Pediatric Exercise Science* 2015, 27:120-127.
 17. Simonds SE, Pryor JT, Ravussin E, Greenway FL, Dileone R, Allen AM, *et.al.* Leptin Mediates the Increase in Blood Pressure Associated with Obesity. *Cell* 2014, 159(6): 1404-1416.
 18. Guyton AC, dan Hall JE. Textbook of Medical Physiology, 12th edition. Philadelphia: Saunders, Elsevier, 2011.
 19. Rivera-Brown AM, Frontera WR. Principles of Exercise Physiology: Responses to Acute Exercise and Long-term Adaptations to Training. *PM&R* 2012, 4(11): 797 – 804.

20. Cicero AF, Rosticci M, Parini A, Baronio C, D'Addato S, dan Borghi C. Serum Uric Acid is Inversely Proportional to Estimated Stroke Volume and Cardiac Output in a Large Sample of Pharmacologically Untreated Subjects: Data from the Brisighella Heart Study. *Intern Emerg Med* 2014. 9: 655
21. Black D, Bryant J, Peebles C, Davies L, Inskip H, Godfrey K, *et.al*. Increased Regional Deformation of the Left Ventricle in Normal Children With Increased Body Mass Index: Implications for Future Cardiovascular Health. *Pediatr Cardiol* 2014, 35: 315.
22. Lillie JS, Liberson AS, Mix D, Schwarz KQ, Chandra A, Phillips DB, *et.al*. Pulse Wave Velocity Prediction and Compliance Assessment in Elastic Arterial Segments. *Cardiovasc Eng Technol* 2015, 6(1): 49-58.
23. Tensiomed. Augmentation Index (online). <http://www.tensiomed.com/en/augmentati-on-index>.
24. Tarnoki AD, Tarnoki DL, Bogl LH, Medda E, Fagnani C, Nisticò L, *et.al*. Association of Body Mass Index with Arterial Stiffness and Blood Pressure Components:aTwinStudy. *Atherosclerosis* 2013, 229: 388-395.
25. Ahmed B, Lischke S, Sarno M, Holterman LA, Straight F, dan Dauerman HL. Gender Related Differences in Predictors of Vascular Complications: Role of Vessel Size and BMI. *J.Thromb Thrombolysis* 2012, 36:84–90.
26. Tripolino C, Irace C, Carallo C, Scavelli FB, dan Gnasso A. Body Fat and Blood Rheology: Evaluation of the Association Between Different Adiposity Indices and Blood Viscosity. *Clinical Hemorheology and Microcirculation* Okt 2016.
27. Thanassoulis G, Lyass A, Benjamin EJ, Larson MG, Vita JA, Levy D, *et.al*. Relations of Exercise Blood Pressure Response to Cardiovascular Risk Factors and Vascular Function in the Framingham Heart Study. *Circulation* 2012, 125: 2836-2843.
28. Sarah DA, dan Tjipta GD. Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Tekanan Darah Anak di Sekolah Dasar Negeri 064979 Medan. *E-Jurnal FK USU* 2013, 1(1).